

**VŠB – Technická univerzita Ostrava**

**Fakulta strojní**

**Institut dopravy - 342**

**Stanovení optimální doby pro vyřazení nákladního vozidla ve  
vybrané firmě**

**Determination of Optimal Time for Truck Elimination in Selected  
Company**

**Student: Tomáš Morcinek**

**Vedoucí bakalářské práce: doc. Ing. Jan Famfulík, Ph.D.**

**Ostrava 2014**

## Zadání bakalářské práce

Student: **Tomáš Morcinek**  
Studijní program: B2341 Strojírenství  
Studijní obor: 2301R003 Dopravní technika a technologie  
Téma: Stanovení optimální doby pro vyřazení nákladního vozidla ve vybrané firmě  
Determination of Optimal Time for Truck Elimination in Selected Company

Zásady pro vypracování:

1. Úvod
2. Teoretická východiska pro stanovení optima životnosti vozidla
3. Stanovení optima pro vyřazení vozidla s využitím experimentálních dat
4. Závěr

Seznam doporučené odborné literatury:

Famfulík, J. Teorie údržby. Ostrava: VŠB – TU Ostrava, 2006. ISBN 80-248-1029-8  
Daněk, A., Široký, J., Famfulík, J. Výpočetní metody obnovy dopravních prostředků. Ostrava: VŠB – TU Ostrava, 1999, ISBN 80-86122-41-7.  
Daněk, A., Široký, J. Teorie obnovy dopravních prostředků. Ostrava: VŠB – TU Ostrava, 2001, ISBN 80-7078-568-3.  
ČSN IEC 300-3-3. Analýza nákladů životního cyklu. Praha: Český normalizační institut. 1997.  
Vlk, F. Motorová vozidla III. Brno: František Vlk, 2004, ISBN 80-214-0420-5.


Formální náležitosti a rozsah bakalářské práce stanoví pokyny pro vypracování zveřejněné na webových stránkách fakulty.

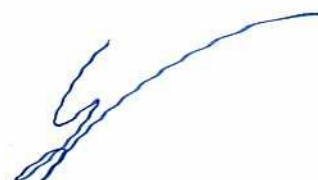
Vedoucí bakalářské práce: **doc. Ing. Jan Famfulík, Ph.D.**

Datum zadání: 17.02.2014

Datum odevzdání: 19.05.2014



  
doc. Ing. Aleš Slíva, Ph.D.  
vedoucí katedry

  
doc. Ing. Ivo Hlavatý, Ph.D.  
děkan fakulty

## Prohlášení studenta

Prohlašuji, že jsem celou bakalářskou práci včetně příloh vypracoval samostatně pod vedením vedoucího bakalářské práce a uvedl jsem všechny použité podklady a literaturu.

V Nýdku .....

.....

podpis studenta

### Prohlašuji, že

- jsem byl seznámen s tím, že na moji bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb. - autorský zákon, zejména §35 - užití díla v rámci občanských a náboženských obřadů, v rámci školních představení a užití díla školního a §60 - školní dílo.
- beru na vědomí, že Vysoká škola báňská - Technická univerzita Ostrava (dále jen VŠB-TUO) má právo nevýdělečně ke své vnitřní potřebě bakalářskou práci užít (§35 odst. 3).
- souhlasím s tím, že jeden výtisk bakalářské práce bude uložen v Ústřední knihovně
- VŠB-TUO k prezenčnímu nahlédnutí a jeden výtisk bude uložen u vedoucího bakalářské práce. Souhlasím s tím, že údaje o bakalářské práci budou zveřejněny v informačním systému VŠB-TUO.
- bylo sjednáno, že s VŠB - TUO, v případě zájmu z její strany, uzavřu licenční smlouvu s oprávněním užít dílo v rozsahu §12 odst. 4 autorského zákona.
- bylo sjednáno, že užít své dílo - bakalářskou práci nebo poskytnout licenci k jejímu využití mohu jen se souhlasem VŠB-TUO, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly VŠB-TUO na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše).
- beru na vědomí, že odevzdáním své práce souhlasím se zveřejněním své práce podle zákona č. 111/1998 Sb., o veřejných školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších předpisů, bez ohledu na výsledek její obhajoby.

V Nýdku .....

.....

podpis studenta

**Adresa trvalého pobytu :**

Nýdek 517, Nýdek, 73996, Frýdek-Místek

## **ANOTACE BAKALÁŘSKÉ PRÁCE**

MORCINEK, T. *Stanovení optimální doby pro vyřazení nákladního vozidla ve vybrané firmě*. Ostrava: Institut dopravy, Fakulta strojní VŠB-Technická univerzita Ostrava, 2014, 41 s. Bakalářská práce, vedoucí: Famfulík, J.

Cílem této bakalářské práce je analyzovat současný stav části vozového parku vybrané firmy a navrhnout nová vozidla pro jeho obnovu. Úvodní část bakalářské práce je zaměřena na popis vybrané firmy, jejího vozového parku a zpracováním teorie stanovení optimální doby a horní hranice pro vyřazení vozidla. Následně je u jednotlivých vozidel určena optimální doba vyřazení a horní odhad doby vyřazení. Závěr práce obsahuje zhodnocení stavu současných vozidel, popis požadavků na nová vozidla a příklady nových vozidel určených k obnově vozového parku firmy.

## **ANNOTATION BACHELOR THESIS**

MORCINEK, T. *Determination of Optimal Time for Truck Elimination in Selected Company*. Ostrava: Institute of Transportation, Faculty of Mechanical Engineering, VŠB-Technical University of Ostrava, 2014, 41 pages. Bachelor Thesis, supervised by: Famfulík, J.

The aim of the thesis is to analyze the current state of the rolling-stock in the selected company to propose new vehicles for its recovery. The Introduction of the thesis is focused on the information of selected company, description its rolling-stock and theory processing - determination of the optimal time and the upper limit for vehicle elimination. Next parts deal with the optimal time determination and the estimate of upper time limit for vehicles elimination. The conclusion of the thesis contains the assessment of the current state vehicles, description of requirements on new vehicles and examples of new vehicles for renewal of company rolling-stock.

## **Poděkování**

Děkuji vedoucímu mé bakalářské práce doc. Ing. Janu Famfúlkovi, Ph.D. za ochotu při odborných konzultacích.

## Obsah bakalářské práce

SEZNAM POUŽITÉHO ZNAČENÍ .....	6
0. ÚVOD .....	8
1. POPIS SPOLEČNOSTI, VOZOVÉHO PARKU A VYBRANÝCH VOZIDEL .....	9
1.1. POPIS VYBRANÝCH VOZIDEL .....	9
2. METODA PRO STANOVENÍ OPTIMÁLNÍ DOBY PRODEJE VOZIDLA .....	12
2.1. TEORIE VÝPOČTU HORNÍ HRANICE DOBY PRODEJE .....	15
3. VÝPOČET OPTIMÁLNÍ DOBY PRODEJE PRO JEDNOTLIVÁ VOZIDLA .....	16
3.1. VÝPOČET OPTIMÁLNÍ DOBY PRODEJE PRO SKUPINU VOZIDEL TATRA JAMAL 6x4 .....	16
3.2. VÝPOČET OPTIMÁLNÍ DOBY PRODEJE PRO SKUPINU VOZIDEL TATRA TERNN <sup>o</sup> 1 8x8 .....	21
3.3. VÝPOČET OPTIMÁLNÍ DOBY PRODEJE PRO VOZIDLO TATRA TERNN <sup>o</sup> 1 6x6 5T4 4436 .....	24
3.4. VÝPOČET OPTIMÁLNÍ DOBY PRODEJE PRO VOZIDLO TATRA TERNN <sup>o</sup> 1 6x6 5T5 5469 .....	25
3.5. VÝPOČET OPTIMÁLNÍ DOBY PRODEJE PRO VOZIDLO TATRA JAMAL 6x6 6T5 5402 .....	26
3.6. SOUHRN OPTIMÁLNÍCH DOB PRODEJE PRO VŠECHNA VOZIDLA .....	27
4. VÝPOČET HORNÍ HRANICE DOBY PRODEJE PRO ZVOLENÉ SKUPINY VOZIDEL .....	27
4.1. VÝPOČET HORNÍ HRANICE DOBY PRODEJE PRO SKUPINU VOZIDEL TATRA JAMAL 6x4 .....	27
4.2. VÝPOČET HORNÍ HRANICE DOBY PRODEJE PRO SKUPINU VOZIDEL TATRA TERNN <sup>o</sup> 1 8x8 .....	29
5. OBNOVA VOZOVÉHO PARKU .....	30
5.1. POŽADAVKY NA NOVÁ VOZIDLA .....	30
5.2. VOZIDLA NAVRŽENÁ PRO OBNOVU VOZOVÉHO PARKU .....	32
5.3. NÁVRH OBNOVY VOZOVÉHO PARKU .....	37
6. ZÁVĚR .....	38
SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ .....	39
SEZNAM OBRÁZKŮ .....	40
SEZNAM TABULEK .....	41
SEZNAM PŘÍLOH .....	42
PŘÍLOHA 1 .....	43
PŘÍLOHA 2 .....	44
PŘÍLOHA 3 .....	46

## Seznam použitého značení

$N(t)$  - cena vozidla v závislosti na čase [Kč]

$N_u(t)$	- velikost kumulativních nákladů v závislosti na čase [Kč]
$N_C(t)$	- součet nákladů a ceny vozidla v závislosti na čase [Kč]
$C$	- nákupní cena vozidla [Kč]
$A$	- udržovací náklady vozidla [Kč]
$\alpha$	- parametr poklesu ceny v závislosti na čase [-]
$\beta$	- parametr růstu kumulativních nákladů v závislosti na čase [-]
$T_{opt}$	- optimální doba prodeje vozidla [roky]
$T_h$	- horní hranice pro vyřazení vozidla [roky]
$n$	- počet vozidel ve skupině [-]
$\sigma_s$	- rozptyl výběru [roky]
$Z$	- Z-statistika [-]
$\bar{x}$	- aritmetický průměr [roky]
$v$	- počet stupňů volnosti
$c$	- konfidenční úroveň [-]
$p$	- pravděpodobnost [-]
$R^2$	- hodnota spolehlivosti odhadu [-]

## 0. Úvod

Se stále zvyšujícími se nároky na technický stav vozidel se také zvyšuje množství vynaložených finančních prostředků potřebných k udržování provozovaných vozidel, aby byl zabezpečen jejich odpovídající technický stav.

Se stářím a opotřebením vozidel se zhoršuje i jejich technický stav, opravy jsou čím dál finančně i časově náročnější, roste četnost poruch a provoz těchto vozidel už není dostatečně rentabilní. Pokud firma nemá dostatek náhradních vozidel, mohou případné neplánované odstávky vozidel způsobit firmě nemalé finanční ztráty. Pokud se firma rozhodne vozidlo prodat, příjem z prodeje bude záviset nejenom na fyzickém opotřebení konkrétního vozidla, ale i na jeho morálním opotřebení, které závisí na jeho technickém zastarání.

Oproti starým vozidlům musí nová vozidla požadavky splňovat už z výroby a není u nich nutné provádět finančně náročné opravy. Četnost i vážnost poruch je zpravidla mnohem menší než u starých vozidel. Zároveň je u většiny výrobců zajištěn záruční servis a vozidla mohou být provozována na základě operativního leasingu, což provozovateli umožní snížení jednorázových výdajů za servis vozidel a rozloží finanční prostředky potřebné na koupi vozidel.

Aby bylo možno určit, kdy je vhodná doba staré vozidlo prodat a nahradit ho vozidlem novým, je možné využít některé metody analýzy stávajícího vozidla, jejímž výstupem je čas vhodný pro prodej vozidla starého.

Tématem této bakalářské práce je pomocí zvolených metod analýzy analyzovat část vozového parku firmy Doprava TŽ, a.s., zjistit optimální dobu prodeje pro jednotlivá vozidla, určit horní hranici doby prodeje pro skupiny vozidel a navrhnout obnovu stávajícího vozového parku.



## **1. Popis společnosti, vozového parku a vybraných vozidel**

Akciová společnost Doprava TŽ, a.s. vznikla 1.7.2001. Svými službami zabezpečuje především technologickou a obslužnou dopravu pro Třinecké železářny, a.s. a ostatních podniky ve skupině. Třinecké železářny, a.s. se podílí 100% na základním kapitálu společnosti.

Volné přepravní kapacity nabízí Doprava TŽ, a.s. soukromníkům i firmám na Třinecku a okolí. Společnost je také výhradním prodejcem umělého hutního a těžkého kameniva z produkce Třinecké železářny, a.s. V minulých letech i v současnosti se v regionu významně podílí na výstavbě dopravní infrastruktury.

### **Předmět podnikání [1]:**

- silniční motorová doprava nákladní
- velkoobchod
- opravy karosérií
- opravy silničních vozidel
- přípravné práce pro stavby

### **Přeprava [1]:**

- sypké substráty (do objemu 32 m<sup>3</sup> a hmotnosti 31 t)
- kusové náklady (do délky 13,6 m a hmotnosti 27 t)
- palety (do 36 ks a hmotnosti 27 t)
- odpady

### **Vozový park**

Ve vozovém parku společnosti je v současnosti přibližně 54 motorových vozidel a 20 přípojných vozidel. [1]

### **1.1. Popis vybraných vozidel**

Vozidla vybraná k analýzám na optimální dobu prodeje jsou dle přílohy č.2 z kategorie speciálních vozidel pro technologické přepravy, konkrétně se jedná o těžké sklápěče v odvalovém hospodářství. Jedná se o vozidla nasazovaná na jedny z nejtěžších výkonů v rámci společnosti.

K dispozici jsou data pro 8 vozidel, tyto vozidla jsou dále rozčleněna do 5-ti skupin tak, aby ve skupině byly zahrnuty vozidla stejného typu a výbavy (tab. 1, skupiny jsou odlišeny barevně).

Tab. 1: Tabulka vybraných vozidel.

č. skupiny	Značka	Typ
1	3T6 2819	Tatra Jamal 6x4
	3T6 2993	Tatra Jamal 6x4
	3T6 2994	Tatra Jamal 6x4
2	3T6 3156	Tatra Ternn°1 8x8
	3T6 3158	Tatra Ternn°1 8x8
3	5T4 4436	Tatra Ternn°1 6x6
4	5T5 5469	Tatra Ternn°1 6x6
5	6T5 5402	Tatra Jamal 6x6

Pro vozidla jsou k dispozici data o stavu počtu najetých kilometrů na konci každého roku provozu vozidla, přibližná cena vozidla v závislosti na jeho stavu a zároveň výše částky, která byla konkrétní rok investována do údržby a oprav vozidla. Společnost Doprava TŽ, a.s. zajímá optimální dobu prodeje v závislosti na ceně vozidla a nákladech na údržbu a opravy. Dále je požadován návrh obnovy stávajícího vozového parku novými vozidly.

Vozidla jsou u firmy v provozu většinou po dobu 6-ti let a poté jsou prodávána do autobazaru. Jedná se o vozidla z produkce TATRA TRUCKS a.s. se sídlem v Kopřivnici, konkrétně o typ Jamal (obr. 1) a Ternn°1 (obr.2).



*Obr. 1: Tatra Jamal [1]*



*Obr. 2: Tatra Ternn°1 8x8 [1]*

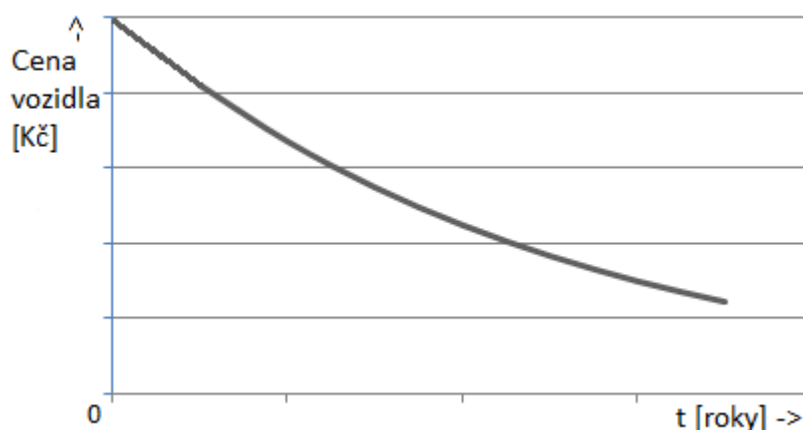
## 2. Metoda pro stanovení optimální doby prodeje vozidla

Cena vozidla s jeho rostoucím stářím klesá. Obvykle má pokles ceny vozidla tvar klesající exponenciály. Pokles ceny je závislý na vlastnostech konkrétního vozidla, ať jsou dány jeho konstrukcí nebo různým opotřebením během provozu. Trend vývoje ceny popisuje následující vztah (viz obr. 3) (2.1) [2]:

$$N(t) = C \cdot e^{-\alpha \cdot t} \quad [\text{Kč}] \quad (2.1)$$

kde:

- $N(t)$  - cena vozidla v závislosti na čase [Kč]
- $C$  - nákupní cena vozidla [Kč]
- $\alpha$  - parametr poklesu ceny v závislosti na čase [-]
- $t$  - čas, vyjadřuje stáří vozidla [roky]



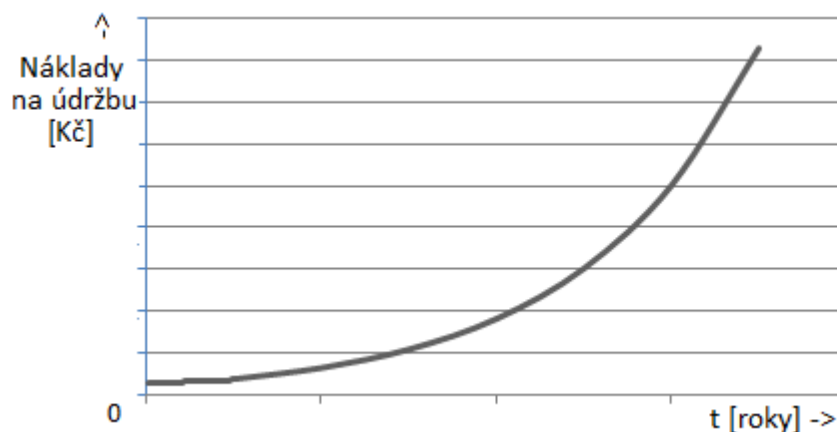
Obr. 3: Vývoj ceny vozidla v závislosti na jeho stáří

Náklady na provoz vozidla s jeho rostoucím stářím rostou. Růst kumulativních nákladů na provoz vozidla lze popsat rostoucí exponenciálou s rovnicí (viz obr. 4) (2.2) [2]:

$$N_u(t) = A \cdot e^{\beta \cdot t} \quad [\text{Kč}] \quad (2.2)$$

kde:

- $N_u(t)$  - velikost kumulativních nákladů v závislosti na čase [Kč]
- $A$  - udržovací náklady vozidla [Kč]
- $\beta$  - parametr růstu kumulativních nákladů v závislosti na čase [-]
- $t$  - čas, vyjadřuje stáří vozidla [roky]



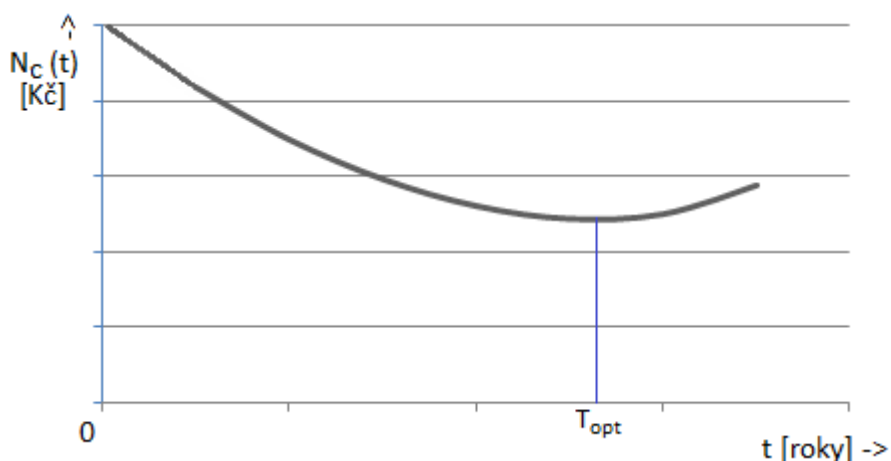
Obr. 4: Vývoj kumulativních nákladů na údržbu v závislosti na stáří vozidla

Optimální doba životnosti se vypočte ze součtu nákladů a ceny vozidla (2.3) [2]. Čas, kde bude součet minimální, je právě optimálním časem pro prodej vozidla. Součet nákladů a ceny vozidla představuje vývoj množství prostředků vynaložených na provoz vozidla v čase.

$$N_c(t) = C \cdot e^{-\alpha \cdot t} + A \cdot e^{\beta \cdot t} \text{ [Kč]} \quad (2.3)$$

kde:

- $N_c(t)$  - součet nákladů a ceny vozidla v závislosti na čase (účelová funkce, viz obr. 5) [Kč]



Obr. 5: Změna hodnoty účelové funkce v čase

Protože minimum celkových nákladů lze považovat za lokální extrém funkce  $N_c(t)$ , je pro zjištění optimální doby prodeje vozidla je nutné derivovat celkové náklady podle času a výsledek derivace položit roven nule:

$$\frac{dN_c(t)}{dt} = -\alpha \cdot C \cdot e^{-\alpha \cdot t} + \beta \cdot A \cdot e^{\beta \cdot t} = 0 \quad (2.4)$$

Potom je optimální doba pro prodej vozidla určena vztahem (2.5) [2]:

$$T_{opt} = \frac{1}{\alpha + \beta} \cdot \ln \left( \frac{\alpha \cdot C}{\beta \cdot A} \right) \quad [\text{roky}] \quad (2.5)$$

Hodnoty parametrů vývoje ceny vozidla a kumulativních nákladů lze odhadnout v prostředí MS Excel regresivní analýzou hodnot (pomocí proložení exponenciální spojnice trendu získanými hodnotami ceny vozidla a nákladů v závislosti na stáří vozidla). Aby bylo možné považovat výsledek regrese za věrohodný, měla by být hodnota spolehlivosti výsledku  $R^2 > 0,9$ .

$R^2$  je druhou mocninou indexu korelace, vyjadřuje se jako míra těsnosti nebo koeficient determinace. Podle hodnoty  $R^2$  je možné určit, zda se námi zvolený typ regrese co nejvíce přibližuje změřeným hodnotám. Hodnoty  $R^2$  blízké 1 značí, že zvolený typ regrese se velmi přibližuje naměřeným hodnotám, hodnoty  $R^2$  blízké nule naopak značí, že byl použit nevhodný typ regrese, nebo charakter průběhu naměřených hodnot neodpovídá žádnému typu obecné funkce. Výpočet  $R^2$  popisují následující vztahy:

Rozptyly:

$$s_f^2 = \frac{1}{n} \cdot \sum_i (y_j - \bar{y})^2 \quad (2.6)$$

$$s_i^2 = \frac{1}{n} \cdot \sum_i (y_i - \bar{y})^2 \quad (2.7)$$

kde:

- $y_i$  - naměřená hodnota pro  $i$ -tý bod
- $y_j$  - hodnota regresivní funkce pro  $i$ -tý bod
- $\bar{y}$  - průměr hodnot  $y_i$  a  $y_j$
- $n$  - počet naměřených hodnot [-]
- $s_f^2$  - rozptyl hodnot regresivní funkce od průměru  $\bar{y}$
- $s_i^2$  - rozptyl naměřených hodnot od průměru  $\bar{y}$

Výpočet koeficientu determinace  $R^2$ :

$$R^2 = \frac{s_f^2}{s_i^2} \quad (2.8)$$

## 2.1. Teorie výpočtu horní hranice doby prodeje

Pro výpočet horní hranice doby prodeje vozidel jsem volil skupiny vozidel o dvou a více vozidlech.

Kvůli malému počtu sledovaných dat jsou odhady optimální doby pro prodej vozidla zatíženy nejistotou. Aby bylo možné považovat výsledek za věrohodnější, upraví se bodový odhad doby prodeje vozidla na intervalový odhad.

Pro intervalový odhad horní hranice doby prodeje vozidla je možné využít studentova t-rozdělení. Tímto rozdělením převedeme bodový odhad optimální doby prodeje vozidla na intervalový odhad na zvolené hladině významnosti.

Pro každou skupinu vozidel je třeba vypočítat průměr optimálních dob prodeje vozidel v skupině zastoupených. Tento průměr se vypočítá dle následujícího vztahu (2.9):

$$\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^n T_i}{n} \quad [\text{roky}] \quad (2.9)$$

kde:

- $n$  - počet vozidel ve skupině [-]
- $T_i$  - optimální doba prodeje  $i$ -tého vozidla ve skupině [roky]

Rozptyl doby prodeje vozidel je pak určen vztahem (2.10) [2]:

$$\sigma_s = \sqrt{\frac{\sum (T_i - \bar{x})^2}{n - 1}} \quad [\text{roky}] \quad (2.10)$$

Z-statistika obecně (studentovo rozdělení):

$$Z = \frac{\bar{x} - \mu}{\sigma_s} \quad [-] \quad (2.11)$$

kde:

- $\bar{x}$  - aritmetický průměr
- $\mu$  - střední hodnota

Počet stupňů volnosti Z-statistiky:

$$v = n - 1 \quad [-] \quad (2.12)$$

kde:

- $n$  - počet vozidel ve skupině

Z-statistika pro výpočet horní hranice doby prodeje vozidla:

$$Z = \frac{T_h - \bar{x}}{\sigma_s} \quad [-] \quad (2.13)$$

kde:

- $T_h$  - horní hranice doby pro prodej vozidla [roky]
- $\bar{x}$  - střední hodnota doby pro prodej vozidel v dané skupině [roky]

Aby bylo zajištěno, že se vozidlo neprodá dříve, než před dosáhnutím optimálního času pro prodej, volím konfidenční úroveň  $c=0,95$ . To znamená, že s 95% pravděpodobností už muselo v určeném čase dojít k dosažení optimální doby pro prodej vozidla určitého typu. Vztah mezi pravděpodobností a hladinou významnosti je následující:

$$c = 1 - \alpha \quad [-] \quad (2.14)$$

kde:

- $c$  - konfidenční úroveň [-]
- $\alpha$  - hladina významnosti [-]

Úpravou vztahu (2.13) pak lze získat tvar pro výpočet horní hranice doby pro prodej vozidla:

$$T_h = (Z_{0,95} \cdot \sigma_s) + \bar{x} \quad [\text{roky}] \quad (2.15)$$

Hodnotu  $Z$  při zvolené hladině významnosti lze získat v MS Excel s využitím vzorce  $\text{TINV}(\alpha;v)$ .

### 3. Výpočet optimální doby prodeje pro jednotlivá vozidla

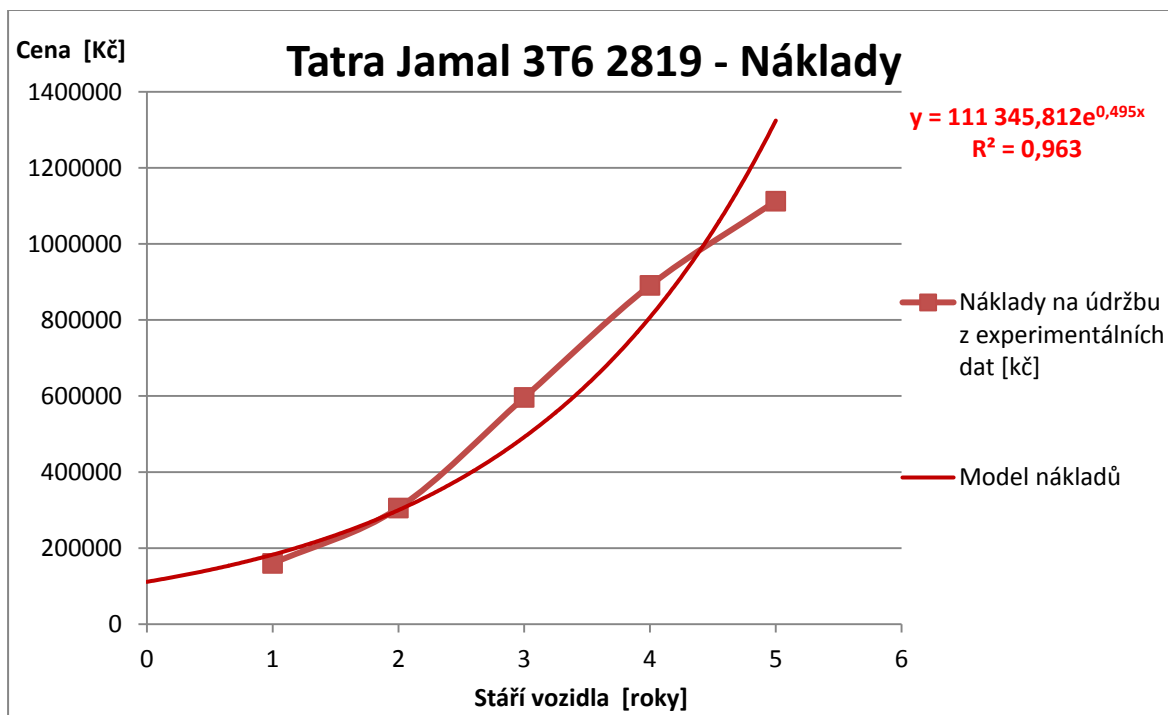
Pro jednotlivá vozidla jsem zjistil růst kumulativních nákladů v závislosti na stáří vozidel a přibližný vývoj ceny vozidla. Z celkových nákladů jsem poté určil optimální dobu prodeje vozidel. Data jsou k dispozici pro celou dobu působení vozidel u provozovatele Doprava TŽ, a.s.

#### 3.1. Výpočet optimální doby prodeje pro skupinu vozidel Tatra Jamal 6x4

Tab. 2: Vývoj nákladů a ceny vozidla v čase pro Tatra Jamal 3T6 2819

Stáří [roky]	Cena vozidla [Kč]	Kumulativní náklady [Kč]
1	1680000	159701
2	1450000	305444
3	1170000	596058
4	980000	890783
5	650000	1112480

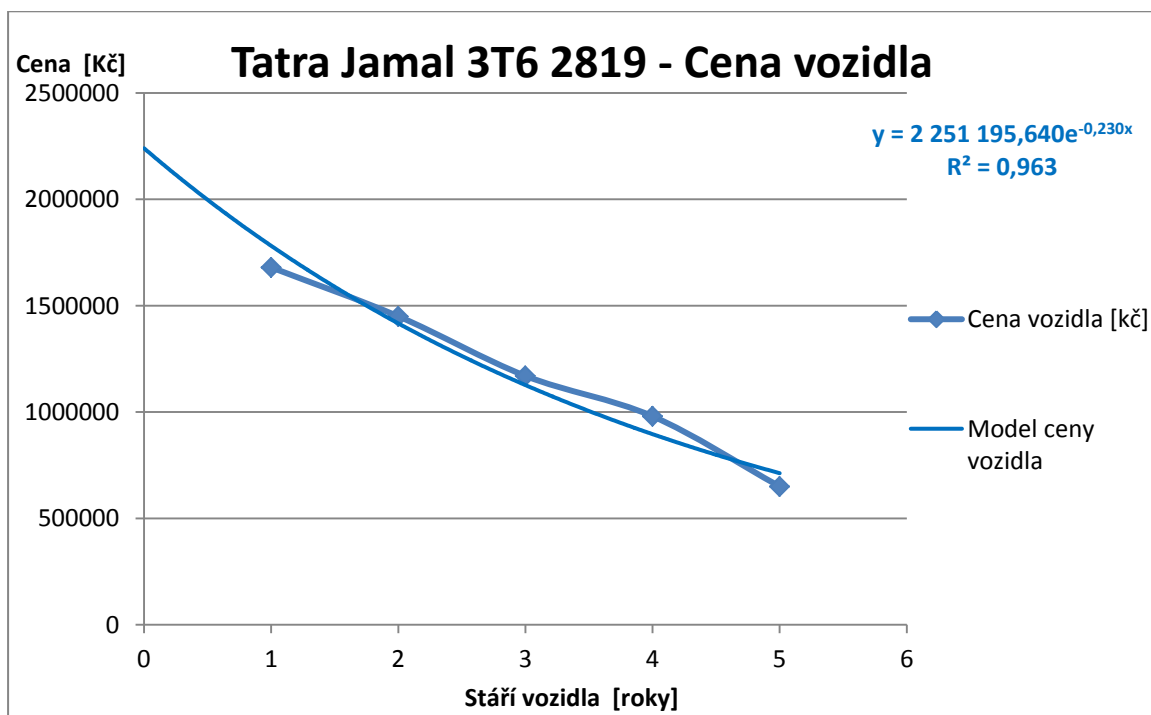




Obr. 6: Vývoj nákladů v závislosti na stáří vozidla pro Tatra Jamal 3T6 2819

Dle rovnice regrese z obrázku (obr. 6) je možné odhadnout parametry vztahu pro popis kumulativních nákladů (2.2).

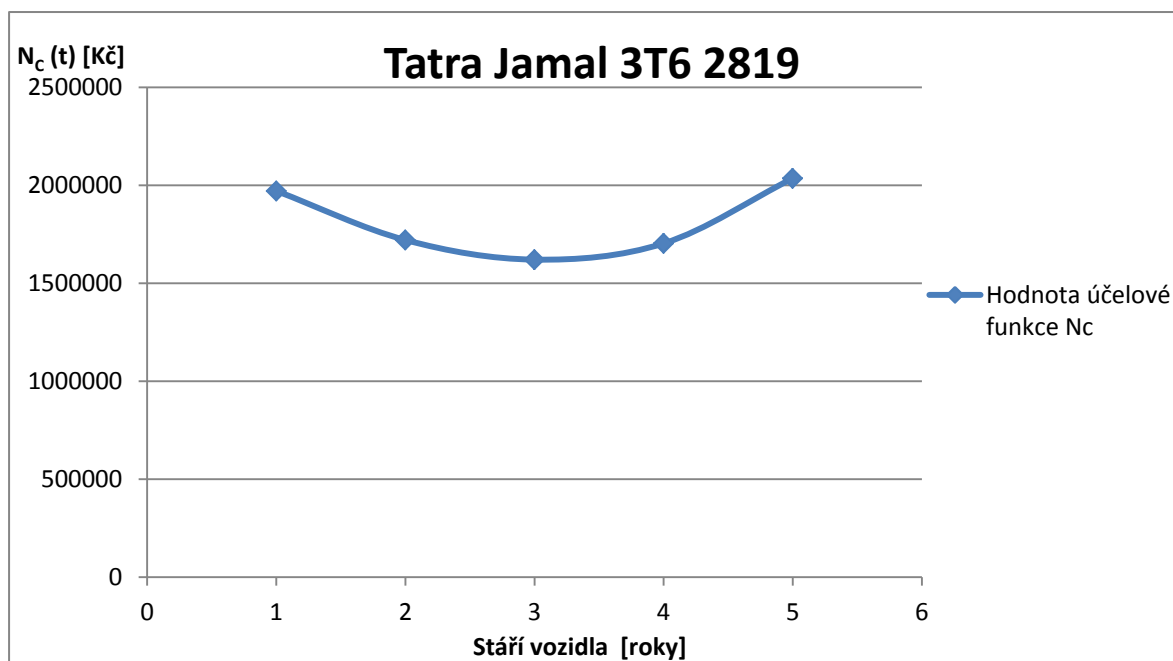
- $A = 111\,346\text{ Kč}$  - představuje udržovací náklady
- $\beta = 0,495$  - představuje parametr nárůstu kumulativních nákladů



Obr. 7: Vývoj ceny vozidla v závislosti na jeho stáří pro Tatra Jamal 3T6 2819

Dle rovnice regrese z obrázku (obr. 7) je možné odhadnout parametry vztahu pro popis poklesu ceny vozidla v závislosti na jeho stáří (2.1).

- $C = 2\,251\,196$  Kč - představuje nákupní cenu vozidla
- $\alpha = 0,23$  - představuje parametr poklesu ceny vozidla



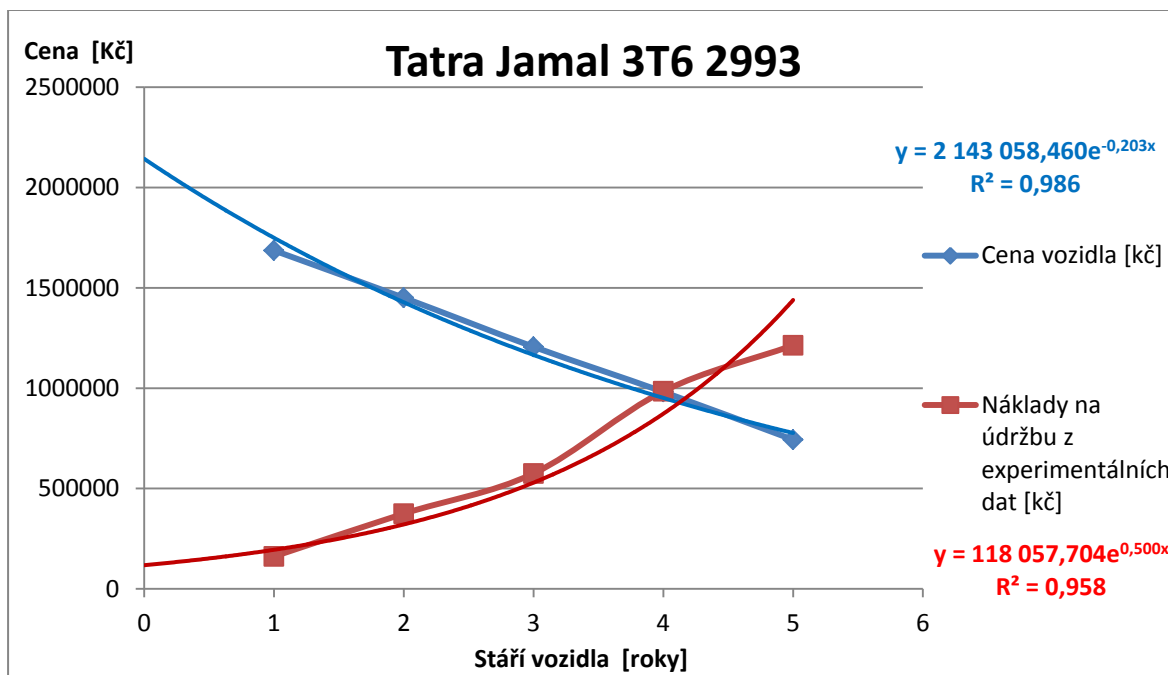
Obr. 8: Výsledný souhrn vývoje účelové funkce v závislosti na stáří vozidla pro Tatra Jamal 3T6 2819

Výpočet optimální doby vyřazení vozidla Tatra Jamal 3T6 2819 dle vztahu (2.5):

$$T_{opt} = \frac{1}{\alpha + \beta} \cdot \ln\left(\frac{\alpha \cdot A}{\beta \cdot B}\right) = \frac{1}{0,23 + 0,495} \cdot \ln\left(\frac{0,23 \cdot 2251196}{0,495 \cdot 111346}\right) = 3,09 \text{ let}$$

Pro Tatra Jamal 3T6 2819 je optimální čas prodeje po **3,09** letech provozu.

Stejný postup výpočtu optimální doby prodeje byl aplikován i na zbývající vozidla ve skupině. Výsledný souhrn nákladů a ceny vozidla znázorňují grafy na obrázcích (obr. 9) a (obr. 10).



Obr. 9: Výsledný souhrn vývoje ceny vozidla a kumulativních nákladů v závislosti na stáří vozidla pro Tatra Jamal 3T6 2993

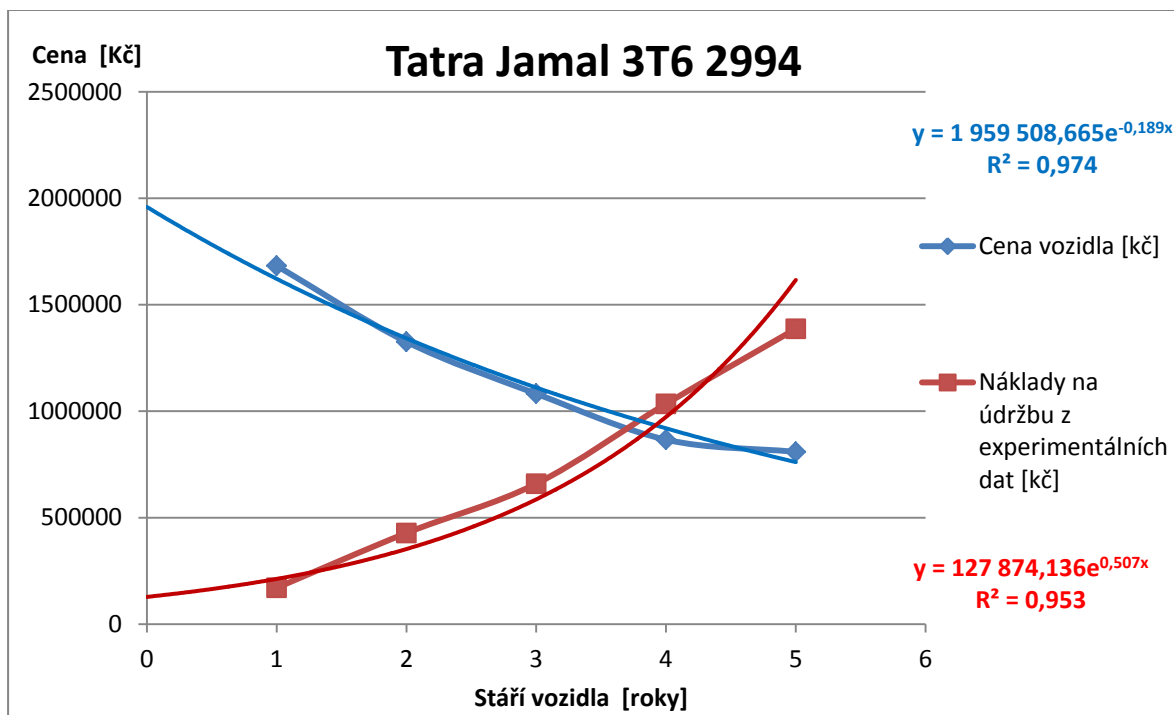
Dle rovnic regrese z obrázku (obr. 9) je možné odhadnout parametry vztahů pro popis kumulativních nákladů (2.2) a ceny vozidla (2.1).

- $A = 118\,058\text{ Kč}$
- $\beta = 0,5$
- $C = 2\,145\,136\text{ Kč}$
- $\alpha = 0,201$

Výpočet optimální doby vyřazení vozidla Tatra Jamal 3T6 2993 dle vztahu (1.5):

$$T_{opt} = \frac{1}{\alpha + \beta} \cdot \ln\left(\frac{\alpha \cdot A}{\beta \cdot B}\right) = \frac{1}{0,201 + 0,5} \cdot \ln\left(\frac{0,201 \cdot 2\,145\,136}{0,5 \cdot 118\,058}\right) = 2,84\text{ let}$$

Pro Tatra Jamal 3T6 2993 je optimální čas prodeje po **2,84** letech provozu.



Obr. 10: Výsledný souhrn vývoje ceny vozidla a kumulativních nákladů v závislosti na stáří vozidla pro Tatra Jamal 3T6 2994

Dle rovnic regrese z obrázku (obr. 10) je možné odhadnout parametry vztahů pro popis kumulativních nákladů (2.2) a ceny vozidla (2.1).

- $A = 127\,875\text{ Kč}$
- $\beta = 0,507$
- $C = 1\,969\,584\text{ Kč}$
- $\alpha = 0,19$

Výpočet optimální doby vyřazení vozidla Tatra Jamal 3T6 2994 dle vztahu (2.5):

$$T_{opt} = \frac{1}{\alpha + \beta} \cdot \ln\left(\frac{\alpha \cdot A}{\beta \cdot B}\right) = \frac{1}{0,19 + 0,507} \cdot \ln\left(\frac{0,19 \cdot 1969584}{0,507 \cdot 127875}\right) = 2,5 \text{ let}$$

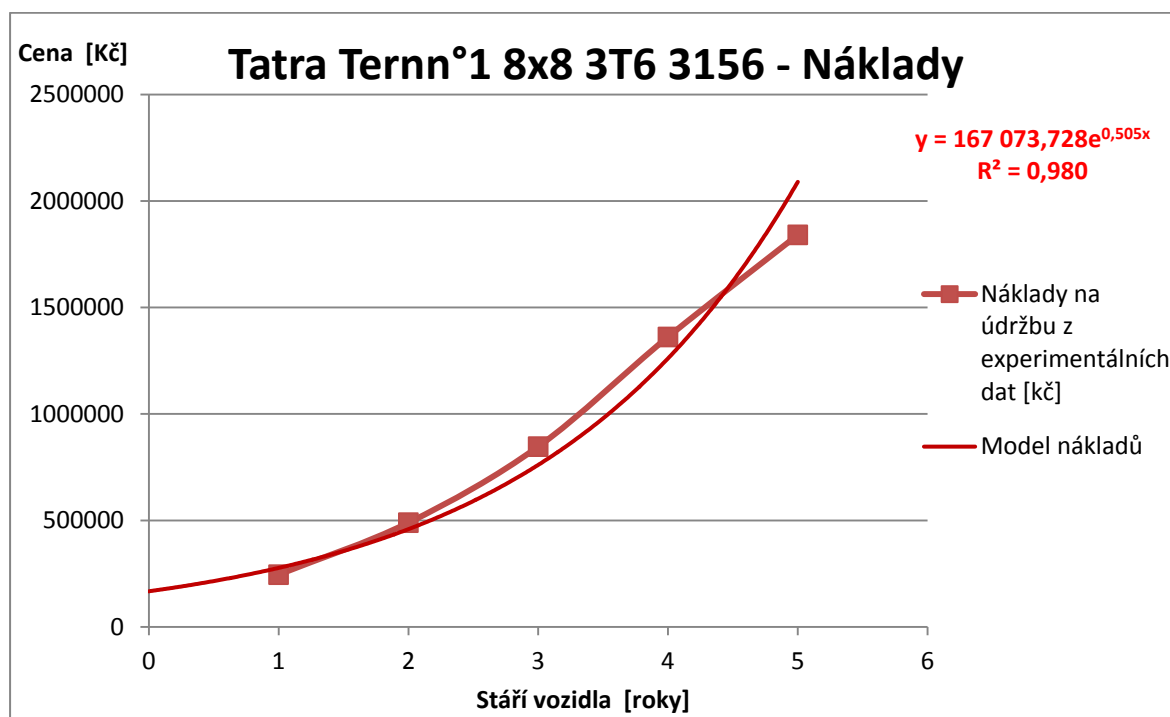
Pro Tatra Jamal 3T6 2994 je optimální čas prodeje po **2,5** letech provozu.

### 3.2. Výpočet optimální doby prodeje pro skupinu vozidel

#### Tatra Ternn°1 8x8

Tab. 3: Vývoj nákladů a ceny vozidla v čase pro Tatra Ternn°1 8x8 3T6 3156

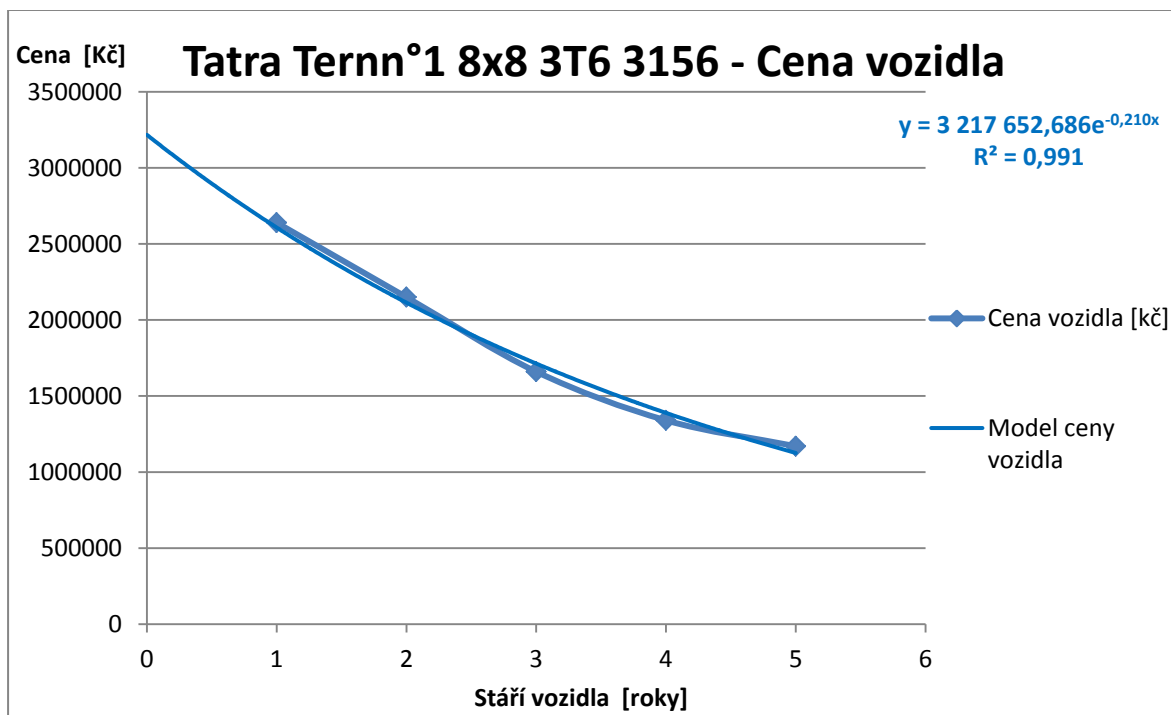
Stáří [roky]	Cena vozidla [Kč]	Kumulativní náklady [Kč]
1	2640000	245483
2	2150000	489293
3	1660000	846669
4	1340000	1361889
5	1170000	1840995



Obr. 11: Vývoj nákladů v závislosti na stáří vozidla pro Tatra Ternn°1 8x8 3T6 3156

Dle rovnice regrese z obrázku (obr. 11) je možné odhadnout parametry vztahu pro popis kumulativních nákladů (2.2).

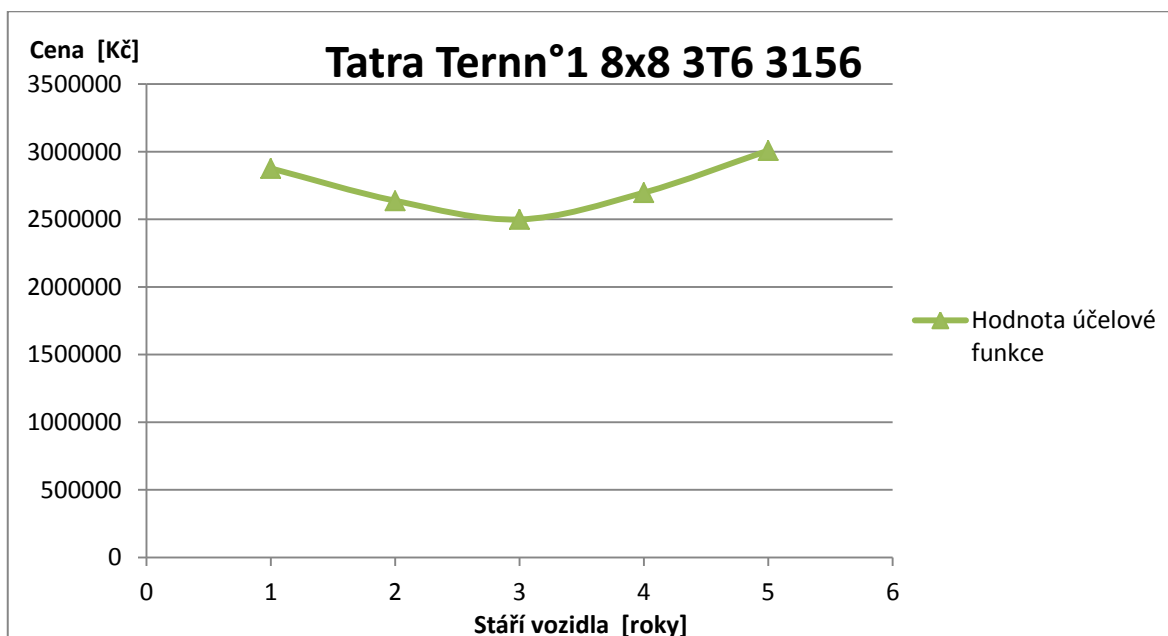
- $A = 167\,074\text{ Kč}$
- $\beta = 0,505$



Obr. 12: Vývoj ceny vozidla v závislosti na jeho stáří pro Tatra Ternn°1 8x8 3T6 3156

Dle rovnice regrese z obrázku (obr. 12) je možné odhadnout parametry vztahu pro popis poklesu ceny vozidla v závislosti na jeho stáří (2.1).

- $C = 3\,217\,653\text{ Kč}$
- $\alpha = 0,21$



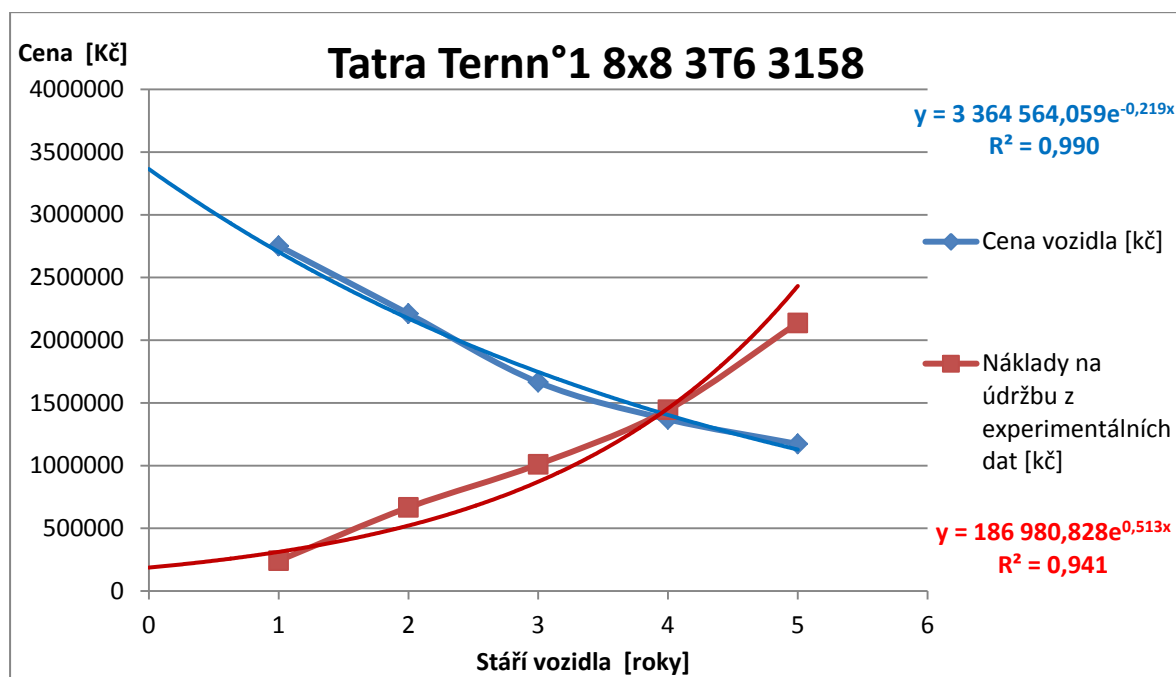
Obr. 13: Výsledný souhrn vývoje účelové funkce v závislosti na stáří vozidla pro Tatra Ternn°1 8x8 3T6 3156

Výpočet optimální doby vyřazení vozidla Tatra Ternn°1 8x8 3T6 3156 dle vztahu (2.5):

$$T_{opt} = \frac{1}{\alpha + \beta} \cdot \ln\left(\frac{\alpha \cdot A}{\beta \cdot B}\right) = \frac{1}{0,21 + 0,505} \cdot \ln\left(\frac{0,21 \cdot 3217653}{0,505 \cdot 167074}\right) = 2,9 \text{ let}$$

Pro Tatra Ternno S1 8x8 3T6 3156 je optimální čas prodeje po **2,9** letech provozu.

Stejný postup výpočtu optimální doby prodeje byl aplikován i na zbývající vozidla ve skupině. Výsledný souhrn nákladů a ceny vozidla znázorňuje graf na obrázku *obr. 14*.



Obr. 14: Výsledný souhrn vývoje ceny vozidla a kumulativních nákladů v závislosti na stáří vozidla pro Tatra Ternn°1 8x8 3T6 3158

Dle rovnic regrese z obrázku (obr. 14) je možné odhadnout parametry vztahů pro popis kumulativních nákladů (2.2) a ceny vozidla (2.1).

- $A = 186\,981 \text{ Kč}$
- $\beta = 0,513$
- $C = 3\,373\,045 \text{ Kč}$
- $\alpha = 0,218$

Výpočet optimální doby vyřazení vozidla Tatra Ternno S1 8x8 3T6 3158 dle vztahu (2.5):

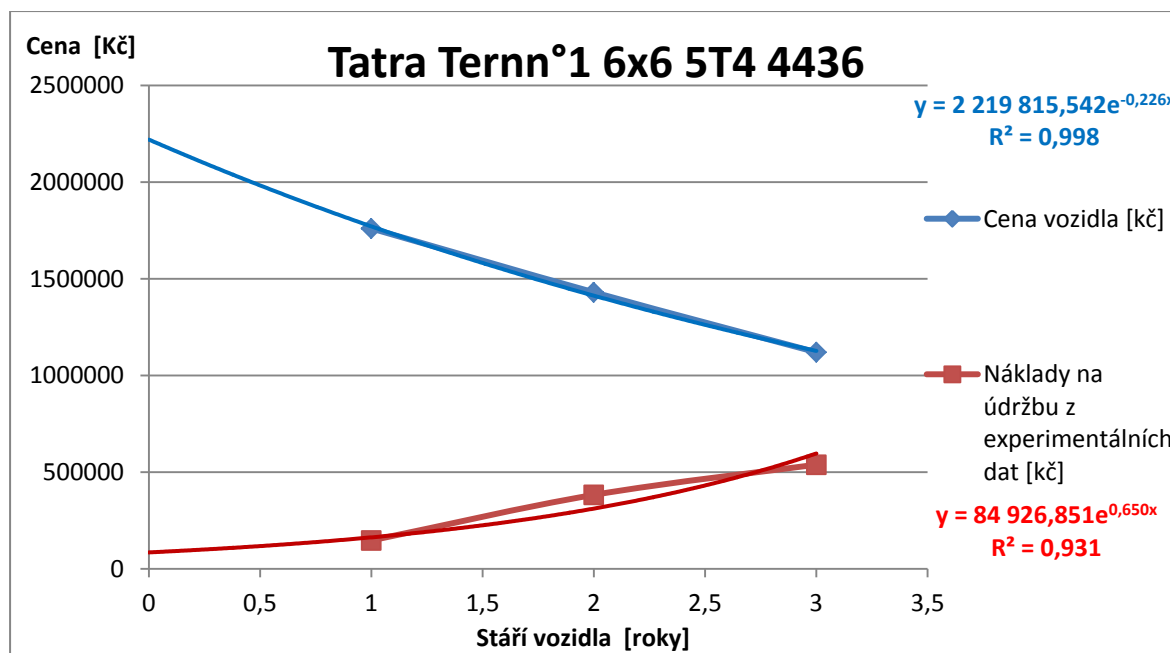
$$T_{opt} = \frac{1}{\alpha + \beta} \cdot \ln\left(\frac{\alpha \cdot A}{\beta \cdot B}\right) = \frac{1}{0,218 + 0,513} \cdot \ln\left(\frac{0,218 \cdot 3373045}{0,513 \cdot 186981}\right) = 2,78 \text{ let}$$

Pro Tatra Ternno S1 8x8 3T6 3158 je optimální čas prodeje po **2,78** letech provozu.

### 3.3. Výpočet optimální doby prodeje pro vozidlo Tatra Ternn<sup>o</sup>1 6x6 5T4 4436

Tab. 4: Vývoj nákladů a ceny vozidla v čase pro Tatra Ternn<sup>o</sup>1 6x6 5T4 4436

Stáří [roky]	Cena vozidla [Kč]	Kumulativní náklady [Kč]
1	1760000	146800
2	1430000	382328
3	1120000	538397



Obr. 15: Výsledný souhrn vývoje ceny vozidla a kumulativních nákladů v závislosti na stáří vozidla pro Tatra Ternn<sup>o</sup>1 6x6 5T4 4436

Dle rovnice regrese z obrázku (obr. 15) je možné odhadnout parametry vztahu pro popis kumulativních nákladů (2.2).

- $A = 84\,927$  Kč - představuje udržovací náklady
- $\beta = 0,65$  - představuje parametr nárůstu kumulativních nákladů

Dle rovnice regrese z obrázku (obr. 15) je možné odhadnout parametry vztahu pro popis poklesu ceny vozidla v závislosti na jeho stáří (2.1).

- $C = 2\,219\,816$  Kč - představuje nákupní cenu vozidla
- $\alpha = 0,226$  - představuje parametr poklesu ceny vozidla

Výpočet optimální doby vyřazení vozidla Tatra Ternn<sup>o</sup>1 6x6 5T4 4436 dle vztahu (2.5):

$$T_{opt} = \frac{1}{\alpha + \beta} \cdot \ln\left(\frac{\alpha \cdot A}{\beta \cdot B}\right) = \frac{1}{0,226 + 0,65} \cdot \ln\left(\frac{0,226 \cdot 2\,219\,816}{0,65 \cdot 84\,927}\right) = 2,52 \text{ let}$$

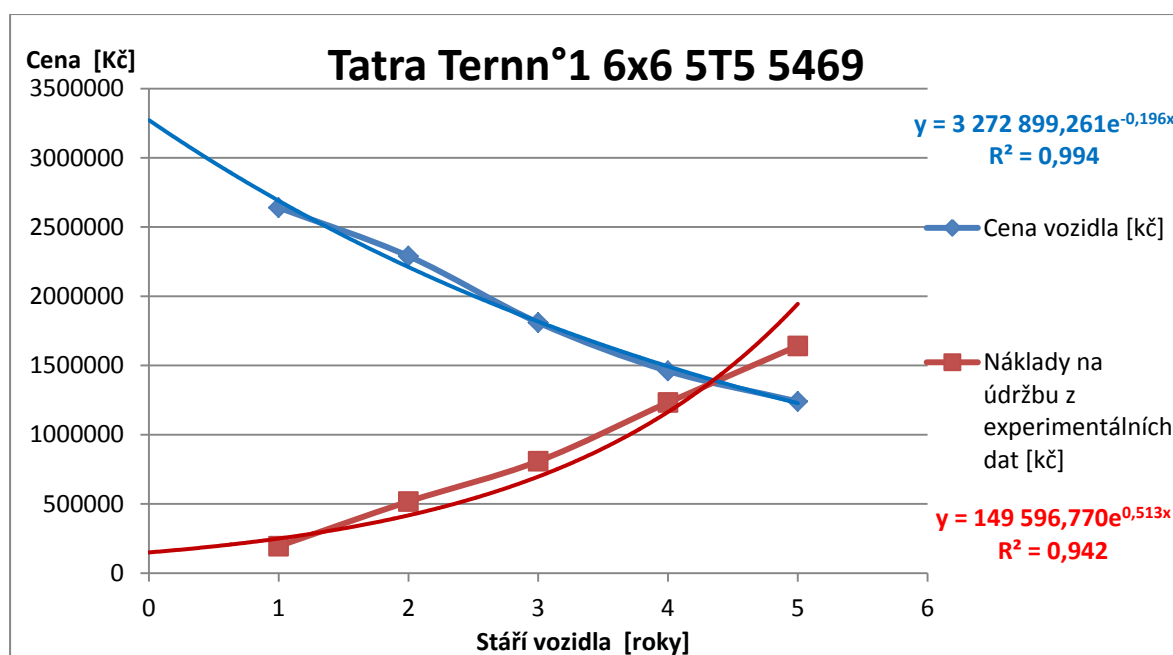


Pro Tatra Ternn<sup>o</sup>1 6x6 5T4 4436 je optimální čas prodeje po **2,52** letech provozu.

### 3.4. Výpočet optimální doby prodeje pro vozidlo Tatra Ternn<sup>o</sup>1 6x6 5T5 5469

Tab. 5: Vývoj nákladů a ceny vozidla v čase pro Tatra Ternn<sup>o</sup>1 6x6 5T5 5469

Stáří [roky]	Cena vozidla [Kč]	Kumulativní náklady [Kč]
1	2640000	194882
2	2290000	517068
3	1810000	808005
4	1460000	1232339
5	1240000	1641334



Obr. 16: Výsledný souhrn vývoje ceny vozidla a kumulativních nákladů v závislosti na stáří vozidla pro Tatra Ternn<sup>o</sup>1 6x6 5T5 5469

Dle rovnice regrese z obrázku (obr. 16) je možné odhadnout parametry vztahu pro popis kumulativních nákladů (2.2).

- $A = 149\,597$  Kč - představuje udržovací náklady
- $\beta = 0,513$  - představuje parametr nárůstu kumulativních nákladů

Dle rovnice regrese z obrázku (obr. 16) je možné odhadnout parametry vztahu pro popis poklesu ceny vozidla v závislosti na jeho stáří (2.1).

- $C = 3\,272\,899$  Kč - představuje nákupní cenu vozidla
- $\alpha = 0,196$  - představuje parametr poklesu ceny vozidla

Výpočet optimální doby vyřazení vozidla Tatra Ternn°1 6x6 5T5 5469 dle vztahu (2.5):

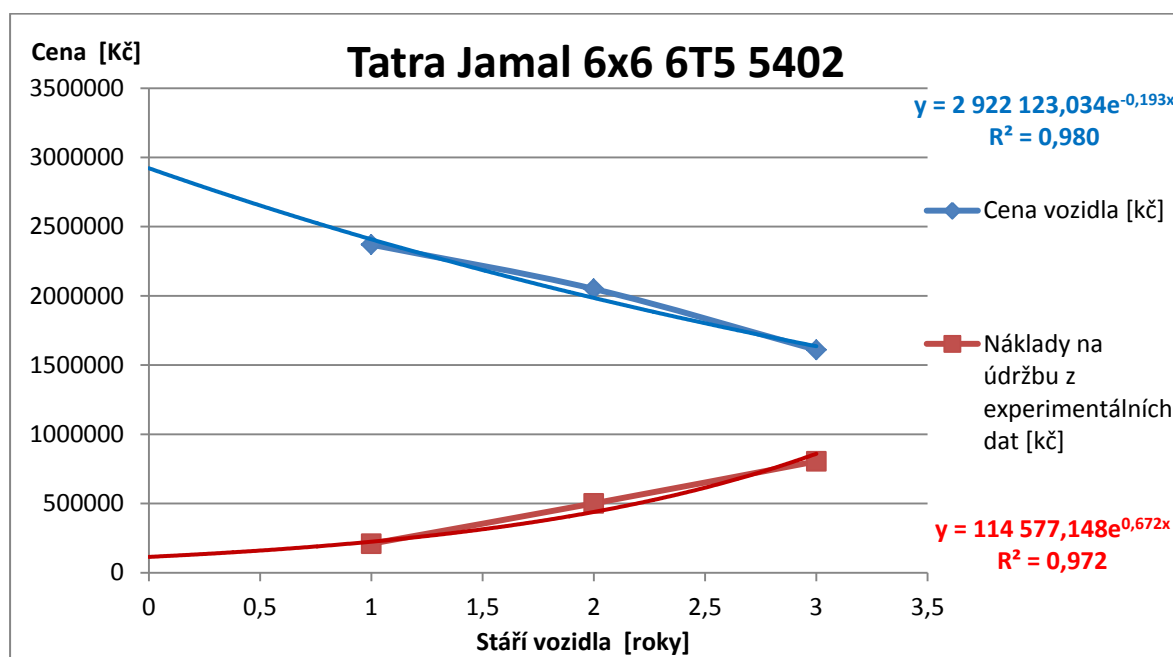
$$T_{opt} = \frac{1}{\alpha + \beta} \cdot \ln\left(\frac{\alpha \cdot A}{\beta \cdot B}\right) = \frac{1}{0,196 + 0,513} \cdot \ln\left(\frac{0,196 \cdot 3272899}{0,513 \cdot 149597}\right) = 2,99 \text{ let}$$

Pro Tatra Ternn°1 6x6 5T5 5469 je optimální čas prodeje po **2,99** letech provozu.

### 3.5. Výpočet optimální doby prodeje pro vozidlo Tatra Jamal 6x6 6T5 5402

Tab. 6: Vývoj nákladů a ceny vozidla v čase pro Tatra Jamal 6x6 6T5 5402

Stáří [roky]	Cena vozidla [Kč]	Kumulativní náklady [Kč]
1	2370000	209998
2	2050000	501027
3	1610000	804848



Obr. 17: Výsledný souhrn vývoje ceny vozidla a kumulativních nákladů v závislosti na stáří vozidla pro Tatra Jamal 6x6 6T5 5402

Dle rovnice regrese z obrázku (obr. 17) je možné odhadnout parametry vztahu pro popis kumulativních nákladů (2.2).

- $A = 114\,577 \text{ Kč}$
- $\beta = 0,672$

Dle rovnice regrese z obrázku (obr. 17) je možné odhadnout parametry vztahu pro popis poklesu ceny vozidla v závislosti na jeho stáří (2.1).

- $C = 2\,992\,123 \text{ Kč}$
- $\alpha = 0,193$

Výpočet optimální doby vyřazení vozidla pro Tatra Jamal 6x6 6T5 5402 dle vztahu (2.5):

$$T_{opt} = \frac{1}{\alpha + \beta} \cdot \ln\left(\frac{\alpha \cdot A}{\beta \cdot B}\right) = \frac{1}{0,193 + 0,672} \cdot \ln\left(\frac{0,193 \cdot 2922123}{0,672 \cdot 114577}\right) = 2,33 \text{ let}$$

Pro Tatra Jamal 6x6 6T5 5402 je optimální čas prodeje po **2,33** letech provozu.

### 3.6. Souhrn optimálních dob prodeje pro všechna vozidla

Následující tabulka (tab. 7) obsahuje souhrn všech vozidel s vypočtenou optimální dobou prodeje vozidla. Tabulka podobně jako v bodu 1 (tab. 1) obsahuje barevně rozlišené skupiny vozidel stejného typu.

Tab. 7: Souhrn optimálních dob prodeje vozidel

č. skupiny	Značka	Typ	$T_{opt}$ [roky]
1	3T6 2819	Tatra Jamal 6x4	3,09
	3T6 2993	Tatra Jamal 6x4	2,84
	3T6 2994	Tatra Jamal 6x4	2,5
2	3T6 3156	Tatra Ternn°1 8x8	2,91
	3T6 3158	Tatra Ternn°1 8x8	2,79
3	5T4 4436	Tatra Ternn°1 6x6	2,52
4	5T5 5469	Tatra Ternn°1 6x6	3
5	6T5 5402	Tatra Jamal 6x6	2,33

Vypočtené optimální doby prodeje jsou poměrně nízké. Hlavní příčinou může být velmi náročný hutní provoz.

## 4. Výpočet horní hranice doby prodeje pro zvolené skupiny vozidel

Protože výpočet horní hranice doby pro prodej vozidla je určen jen pro skupiny vozidel o dvou a více vozidlech, byly pro výpočet vybrány skupiny vozidel č. 1 a 2.

### 4.1. Výpočet horní hranice doby prodeje pro skupinu vozidel Tatra Jamal 6x4

Následující tabulka (tab. 8) obsahuje seznam vozidel ve skupině s optimální dobou prodeje každého uvedeného vozidla:

Tab. 8: Souhrn vozidel skupiny Tatra Jamal 6x4

č. skupiny	Značka	Typ	$T_{opt}$ [roky]
1	3T6 2819	Tatra Jamal 6x4	3,09
	3T6 2993	Tatra Jamal 6x4	2,84
	3T6 2994	Tatra Jamal 6x4	2,5

Výpočet střední hodnoty  $T_{\text{opt}}$  dle vztahu (2.9):

$$\bar{x} = \frac{3,09 + 2,84 + 2,5}{3} = 2,81 \text{ let}$$

Výpočet rozptylu optimální doby projede vozidel je určen vztahem (2.10):

$$\sigma_s = \sqrt{\frac{(3,09 - 2,81)^2 + (2,84 - 2,81)^2 + (2,5 - 2,81)^2}{3 - 1}} = 0,296 \text{ let}$$

Výpočet počtu stupňů volnosti dle vztahu (2.12):

$$v = 3 - 1 = 2$$

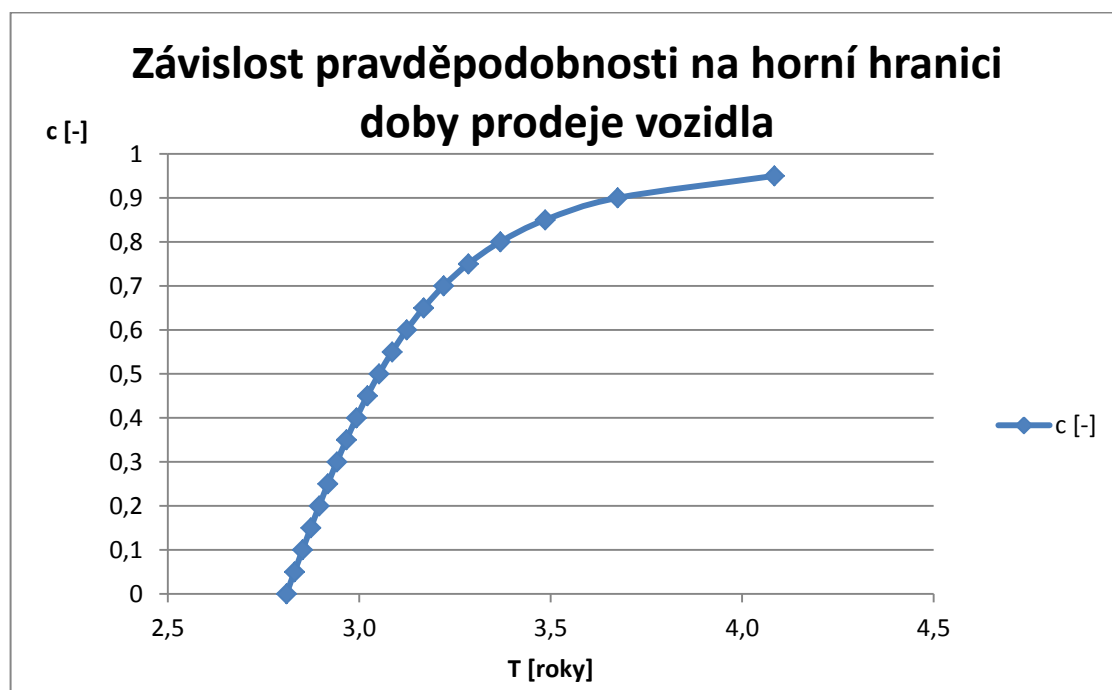
Upravením vztahu (2.14) vznikne vztah pro výpočet hodnoty hladiny významnosti  $\alpha$ , která je potřebná pro výpočet Z-statistiky:

$$\alpha = 1 - c = 1 - 0,95 = 0,05$$

Pomocí vzorce  $\text{TINV}(\alpha;v)$  v aplikaci MS Excel jsem zjistil hodnotu Z pro hladinu významnosti 0,05 a vypočítal horní hranici pro prodej vozidla dle vztahu (2.15):

$$T_h = (Z_{0,95} \cdot \sigma_s) + \bar{x} = (4,303 \cdot 0,296) + 2,81 = 4,084 \text{ let}$$

Následně jsem vytvořil graf (Obr. 18) závislosti pravděpodobnosti na optimální době prodeje vozidla:



Obr. 18: Závislost pravděpodobnosti na horní hranici doby prodeje vozidla pro skupinu vozidel I

Horní hranice doby pro prodej vozidla typu Tatra Jamal 6x4 je 4,084 let.

#### 4.2. Výpočet horní hranice doby prodeje pro skupinu vozidel Tatra Ternn<sup>o</sup>1 8x8

Následující tabulka (tab. 9) obsahuje seznam vozidel ve skupině s optimální dobou prodeje každého uvedeného vozidla:

Tab. 9: Souhrn vozidel skupiny Tatra Ternn<sup>o</sup>1 8x8

č. skupiny	Značka	Typ	T <sub>opt</sub> [roky]
2	3T6 3156	Tatra Ternn <sup>o</sup> 1 8x8	2,91
	3T6 3158	Tatra Ternn <sup>o</sup> 1 8x8	2,79

Výpočet střední hodnoty T<sub>opt</sub> dle vztahu (2.9):

$$\bar{x} = \frac{2,91 + 2,79}{2} = 2,85 \text{ let}$$

Výpočet rozptylu optimální doby prodeje vozidel je určen vztahem (2.10):

$$\sigma_s = \sqrt{\frac{(2,91 - 2,85)^2 + (2,79 - 2,85)^2}{2 - 1}} = 0,06 \text{ let}$$

Výpočet počtu stupňů volnosti dle vztahu (2.12):

$$v = 2 - 1 = 1$$

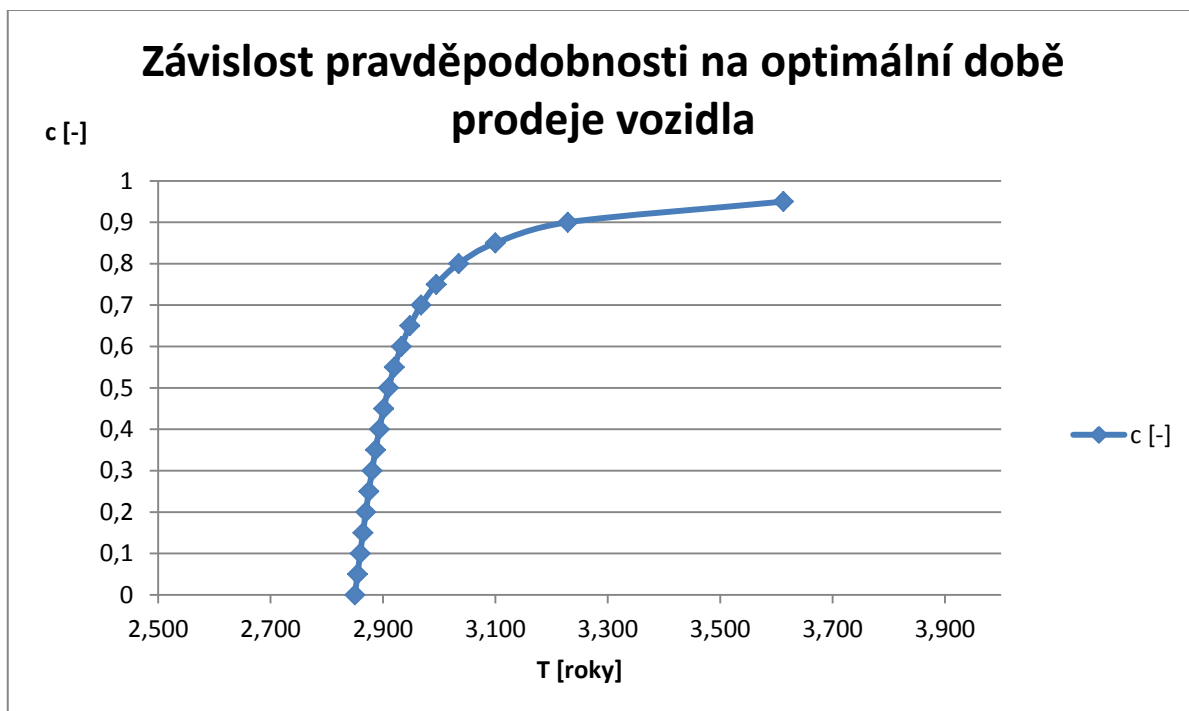
Upravením vztahu (2.14) vznikne vztah pro výpočet hodnoty hladiny významnosti  $\alpha$ , která je potřebná pro výpočet Z-statistiky:

$$\alpha = 1 - c = 1 - 0,95 = 0,05$$

Pomocí vzorce TINV( $\alpha$ ;v) v aplikaci MS Excel jsem zjistil hodnotu Z pro hladinu významnosti 0,05 a vypočítal horní hranici pro prodej vozidla dle vztahu (2.15):

$$T_h = (Z_{0,95} \cdot \sigma_s) + \bar{x} = (12,706 \cdot 0,06) + 2,85 = 3,612 \text{ let}$$

Následně jsem vytvořil graf (Obr. 19) závislosti pravděpodobnosti na optimální době prodeje vozidla:



Obr. 19: Závislost pravděpodobnosti na horní hranici doby prodeje vozidla pro skupinu vozidel 2

Horní hranice doby pro prodej vozidla typu Tatra Ternn<sup>o</sup>1 8x8 je 3,612 let.

## 5. Obnova vozového parku

Protože všechny analyzované vozidla již dosáhla optimální doby pro jejich vyřazení, bude vhodné zvážit obnovu vozového parku. V těchto případech firma obvykle zakupuje nová vozidla na základě výběrového řízení. Níže jsou uvedeny příklady předchozích výběrových řízení a vozidla navrhnuté pro obnovu vozového parku na základě požadavků v těchto řízeních a s ohledem na povahu práce, pro kterou budou určena.

### 5.1. Požadavky na nová vozidla

Analyzovaná vozidla spadají pod skupinu vozidel pro speciální technologické přepravy v odvalovém hospodářství, proto nová vozidla musí být schopná obstát v náročných provozních podmínkách. Většinou se tedy jedná o těžké sklápěče s vysokou nosností a velkým ložným objemem sklápěcí korby. V závislosti na těchto parametrech se podle potřeby využívají zejména vozidla se šesti nebo osmi nápravami.

Pro vozidlo s osmi koly jsou požadavky tyto [1]:

Specifikace šasi:

- Podvozek pod sklápěč, znak náprav 8x6, nejkratší možný rozvor
- Motor Euro 5 nebo Euro 6, min. krouticí moment 2200 Nm

- Zesílená motorová brzda
- Převodovka mechanická 14-ti nebo 16-ti stupňová
- Technicky přípustná celková hmotnost podvozku min. 37 t (hodnota na výrobním štítku a v TP)
- Zatížení předních náprav 2x9 t (pneu 385/65 R 22,5, desén pro smíšený provoz silnice/terén), zadní nápravy min. 2x11,5 t (pneu 315/80 R 22,5, desén pro smíšený provoz silnice/terén),
- Uzávěrka mezinápravového a nápravových diferenciálů
- Zadní nápravy odpruženy vzduchovými nebo listovými pružinami, min. 2x11,5 t,
- Kabina krátká, klimatizace, nezávislé topení, el. ovládaná a vyhřívaná zrcátka, sedadlo řidiče na vzduchu s tlumičem kmitů
- Ocelový přední nárazník bez podjezdové zábrany
- Vedlejší pohon z převodovky (PTO) pro montáž hydraulického čerpadla
- Vzadu závěs pro vyproštění

Specifikace korby:

- Sklápěč S1, objem korby cca. 13 m<sup>3</sup>
- Přeprava strusky, písku, zeminy
- Příprava pro přepravu asfaltu do finišeru – bez plachty, zadní převis korby vhodný pro finišer (výška podlahy finišeru 650 mm)
- přední čelo: Hardox 450, tloušťka 5 mm
- zadní čelo: Hardox 450, tloušťka 6 mm, 500 mm od spodní hrany zadního čela zesílení plechem Hardox 450, tloušťka 10 mm
- bočnice: Hardox 450, tloušťka 6 mm
- podlaha: Hardox 450, tloušťka 10 mm
- Zadní čelo – s mechanickým automatickým zajištěním pomocí řetězového mechanismu, 2-kloubové provedení zadního čela
- Hydraulická soustava pro sklápěč S1 – hydraulický válec bude umístěn na předním čele, včetně čerpadla, hydraulického válce a nádrže

pozn.: Hardox jsou vysokopevnostní a ořezuvzdorné plechy, číslo označuje tvrdost podle Brinella (HB)

Pro vozidlo se šesti koly jsou požadavky tyto [1]:

- znak pohonu náprav 6x6
- nosnost min. 18 tun

- Zesílená motorová brzda
- Převodovka mechanická 14-ti nebo 16-ti stupňová
- Uzávěrka mezinápravového a nápravových diferenciálů
- Motor Euro 5 nebo Euro 6
- nezávislé zavěšení náprav
- sklápěč S1 o objemu min. 12 m<sup>3</sup>
- pneumatiky 315/80 R 22,5
- nezávislé topení
- klimatizace

Výše uvedené požadavky jsou vyňaty z dřívějších výběrových řízení. V každém výběrovém řízení mohou být stanovené odlišné požadavky v závislosti na potřebách provozovatele, někdy je proto stanovených podmínek méně nebo je naopak uvedený detailnější popis nového vozidla.

## 5.2. Vozidla navržená pro obnovu vozového parku

### MAN TGS

MAN TGS (obr. 20) je vozidlo určené pro těžkou nákladní přepravu. Na koncepčně shodném šasi jsou k dispozici valníky, sklápěče, vozidla pro přepravu kontejnerů, cisternová vozidla, skříňová nákladní vozidla, míchače betonu, požární vozidla nebo vozidla se speciální nástavbou dle přání zákazníka.



*Obr. 20: MAN TGS [4]*



Technická specifikace vozidla MAN TGS [4]:

- vstřikování typu Common Rail
- motory splňující emisní normy Euro 5 a Euro 6, s filtrem pevných částic
- výkon motoru od 235 kW do 350 kW
- konfigurace náprav od 4x2 po 8x8
- odpružení listovými pružinami nebo kombinací se vzduchovým vypružením
- volitelný rozvor náprav v závislosti na konfiguraci
- celková hmotnost 18-41 tun

Na stránkách výrobce je k dispozici konfigurátor (obr. 21), ve kterém lze vybrat vhodnou variantu vozidla pro konkrétní účel. Toto vozidlo by mohlo nahradit stávající provozní vozidla v konfiguracích 6x4, 6x6 a 8x8.

**TONÁŽ & VLASTNOSTI**

Všechny modely
HydroDrive
Těžký náklad

tonáž (t)	18	26	28	32	33	35	37	41
Silnice 	<input type="radio"/> 4x2	<input type="radio"/> 6x4		<input type="radio"/> 8x4	<input type="radio"/> 6x4	<input type="radio"/> 8x4 <input type="radio"/> 8x4-4	<input type="radio"/> 8x4	<input type="radio"/> 8x4
Silnice / terén 	<input type="radio"/> 4x2	<input type="radio"/> 6x4			<input type="radio"/> 6x4	<input type="radio"/> 8x4	<input type="radio"/> 8x4	<input type="radio"/> 8x4
Terén 	<input type="radio"/> 4x4	<input type="radio"/> 6x6	<input type="radio"/> 6x4-4		<input type="radio"/> 6x6	<input type="radio"/> 8x6 <input type="radio"/> 8x8		<input type="radio"/> 8x6 <input checked="" type="radio"/> 8x8

Počet kol: **4x2**  


 Náprava řízená, poháněná  
 Náprava řízená, nepoháněná  
 Osa, s hydrostatickým pohonem

 Náprava poháněná  
 Náprava nepoháněná

Obr. 21: Konfigurátor vozidel značky MAN [4]

## Iveco Trakker

Vozidla typu Trakker výrobce Iveco (obr. 22) jsou určena do náročného terénu. Rám vozidla je vysokopevnostní žebřinový, dále jsou rámy uzpůsobeny speciálním účelům, jako jsou míchače betonu, hasičská vozidla, cisterny nebo tahače.



*Obr. 22: Iveco Trakker [5]*

Technická specifikace vozidla Iveco Trakker [5]:

- vysokopevnostní žebřinový rám
- motory o objemu 7,8 l a 12,9 l s výkony od 228 kW do 421 kW splňující emisní normu Euro 5
- výkonná motorová brzda
- uspořádání kol 4X2, 4X4, 6X4, 6X6, 8X4 a 8X8
- manuální převodovka až 16°, automatická převodovka až 12°
- zadní nápravy vybaveny kolovými redukcemi
- celková hmotnost vozidla až 41 t

## **Tatra Terrn°1**

Tatra Terrn°1 (obr. 23) je vozidlo určené do náročného terénu, kde vyniká svou prostupností díky osvědčené konstrukci podvozku a rámu vozidla. K dispozici jsou vozidla určené pro přepravu sypkých substrátů, vozidla údržby komunikací, hasičská vozidla a tahače.



Obr.

23: Tatra Terrn°1 [6]

Technická specifikace vozidla Tatra Terrn°1 [6]:

- páteřový rám
- vzduchem chlazené motory splňující normu Euro 5
- vypružení listovými, vinutými nebo vzduchovými pružinami
- uspořádání kol 4X2, 4X4, 6X4, 6X6 a 8X8
- celková hmotnost vozidla až 44 t

### **Mercedes-Benz Arocs Grounder**

Mercedes-Benz Arocs ve verzi Grounder (obr. 24) je určen pro velké hmotnostní a terénní zatížení. Je k dispozici jako tahač, valník, sklápěč, míchač betonu. Tuhost rámu je zaručena použitím za studena tvářených nosníků.



*Obr. 24: Mercedes-Benz Arocs Grounder [7]*

Technická specifikace vozidla Mercedes-Benz Arocs Grounder [7]:

- motory o objemu 7,7 l až 15,6 l s výkony od 175 kW do 460 kW splňující emisní normu Euro 6
- výkonná motorová brzda
- uspořádání kol 4X2, 4X4, 6X4, 6X6, 8X4 a 8X8
- automatické převodovky s 8°, 12° a 16°
- zadní nápravy vybaveny kolovými redukcemi
- maximální zatížení zadních náprav až 16 t



### 5.3. Návrh obnovy vozového parku

Z vypočtených hodnot optimální doby prodeje a horní hranice pro prodej vozidla pro zvolené skupiny vozidel je zřejmé, že všechna vozidla jsou již určena k nahrazení, firma by se tedy měla snažit prodat všechna analyzovaná vozidla a nahradit je vozidly novými. V následující tabulce (tab.10) je uvedeno, kolik by firma mohla utržit za prodej stávajících vozidel.

Tab. 10: Tabulka zisku z prodeje vozidel určených k nahrazení

Značka	Typ	Prodejní cena
3T6 2819	Tatra Jamal 6x4	500 000 Kč
3T6 2993	Tatra Jamal 6x4	500 000 Kč
3T6 2994	Tatra Jamal 6x4	500 000 Kč
3T6 3156	Tatra Ternn°1 8x8	600 000 Kč
3T6 3158	Tatra Ternn°1 8x8	600 000 Kč
5T4 4436	Tatra Ternn°1 6x6	600 000 Kč
5T5 5469	Tatra Ternn°1 6x6	750 000 Kč
6T5 5402	Tatra Jamal 6x6	700 000 Kč
Celkem:		4 750 000 Kč

Pokud by se firmě podařilo prodat vozidla za odhadnutou prodejní cenu, byl by těmito penězi pokryt nákup nejméně jednoho nového vozidla. Dále by bylo potřeba zvážit na základě požadovaných dopravních a přepravních výkonů vozidel, kolik nových vozidel by měla firma zakoupit. Aby se co nejvíce minimalizovala náročnost údržby, bylo by vhodné nakoupit vozidla shodného typu a vybrat takového výrobce, u kterého je možnost v blízkém okolí firmy provádět záruční servis vozidel. Nákup nových vozidel by měl probíhat průběžně během doby jednoho roku, aby se rozložil výdej finančních prostředků vynaložených na nově nakoupená vozidla. Následující tabulka (tab. 11) určuje, jaká nová vozidla by měla nahradit původní vozidla, která jsou doposavad v provozu.

Tab. 11: Tabulka nahrazení vozidel

Značka	Typ	Rok uvedení vozidla do provozu	Rok nahrazení vozidla	Vozidlo určené k nahrazení původního vozidla
3T6 2819	Tatra Jamal 6x4	2008	2011	Tatra Ternn°1 6x4
3T6 2993	Tatra Jamal 6x4	2008	2011	Tatra Ternn°1 6x4
3T6 2994	Tatra Jamal 6x4	2008	2011	Tatra Ternn°1 6x4
3T6 3156	Tatra Ternn°1 8x8	2008	2011	Tatra Ternn°1 8x8
3T6 3158	Tatra Ternn°1 8x8	2008	2011	Tatra Ternn°1 8x8
5T4 4436	Tatra Ternn°1 6x6	2010	2013	Tatra Ternn°1 6x6
5T5 5469	Tatra Ternn°1 6x6	2008	2011	Tatra Ternn°1 6x6
6T5 5402	Tatra Jamal 6x6	2010	2013	Tatra Ternn°1 6x6

## 6. Závěr

Úkolem bakalářské práce bylo analyzovat část vozového parku firmy Doprava TŽ, a.s. a navrhnout obnovu vybraných vozidel.

Optimální doba prodeje vozidel byla určena ve většině případů po 3 letech provozu a méně. Poměrně nízká hodnota optimální doby prodeje je následkem velmi náročného hutního provozu, kde ložná hmotnost vozidel bývá plně využita, vozidla se pohybují v náročném terénu za zvýšené prašnosti a musí plnit náročné časové plány. V těchto podmínkách dochází k rychlému opotřebení částí vozidla, zejména náprav, korby a pohonného ústrojí. Cena vozidel tak proto klesá rychleji a náklady na údržbu rostou rychleji než u vozidel jiných dopravních firem.

Protože vozidla zabezpečují především přepravu materiálu v rámci společnosti Třinecké železářny, a.s., zejména odvoz strusky na haldu, je jejich provoz pro chod železáren nezbytný a případné neplánované opravy a odstávky vozidel by mohly omezit fungování železáren.

Protože všechna provozovaná vozidla dosáhla optimálního času prodeje, bylo by vhodné zvážit jejich nahrazení novými vozidly, aby mohla firma spolehlivěji plnit své závazky.

## Seznam použitých zdrojů

- [1] <http://www.dopravatz.trz.cz/>
- [2] Daněk, A., Široký, J., Famfulík, J.: *Výpočetní metody obnovy dopravních prostředků*. ISBN 80-86122-41-7.
- [3] Daněk, A., Široký, J.: *Teorie obnovy dopravních prostředků*. ISBN 80-7078-568-3.
- [4] <http://www.mantruckandbus.cz>
- [5] <http://www.iveco.com>
- [6] <http://www.tatra.cz>
- [7] <http://www.mercedes-benz.cz>

## Seznam obrázků

Obr. 1:	Tatra Jamal	- str. č. 10
Obr. 2:	Tatra Ternn°1	- str. č. 11
Obr. 3:	Vývoj ceny vozidla v závislosti na jeho stáří	- str. č. 12
Obr. 4:	Vývoj nákladů na údržbu v závislosti na stáří vozidla	- str. č. 12
Obr. 5:	Změna hodnoty účelové funkce v čase	- str. č. 13
Obr. 6:	Vývoj nákladů v závislosti na stáří vozidla pro Tatra Jamal 3T6 2819	- str. č. 16
Obr. 7:	Vývoj ceny vozidla v závislosti na jeho stáří pro Tatra Jamal 3T6 2819	- str. č. 17
Obr. 8:	Výsledný souhrn vývoje účelové funkce v závislosti na stáří vozidla pro Tatra Jamal 3T6 2819	- str. č. 17
Obr. 9:	Výsledný souhrn vývoje ceny vozidla a kumulativních nákladů v závislosti na stáří vozidla pro Tatra Jamal 3T6 2993	- str. č. 18
Obr. 10:	Výsledný souhrn vývoje ceny vozidla a kumulativních nákladů v závislosti na stáří vozidla pro Tatra Jamal 3T6 2994	- str. č. 19
Obr. 11:	Vývoj nákladů v závislosti na stáří vozidla pro Tatra Ternn°1 8x8 3T6 3156	- str. č. 20
Obr. 12:	Vývoj ceny vozidla v závislosti na jeho stáří pro Tatra Ternn°1 8x8 3T6 3156	- str. č. 21
Obr. 13:	Výsledný souhrn vývoje účelové funkce v závislosti na stáří vozidla pro Tatra Ternn°1 8x8 3T6 3156	- str. č. 21
Obr. 14:	Výsledný souhrn vývoje ceny vozidla a kumulativních nákladů v závislosti na stáří vozidla pro Tatra Ternno S1 8x8 3T6 3158	- str. č. 22
Obr. 15:	Výsledný souhrn vývoje ceny vozidla a kumulativních nákladů v závislosti na stáří vozidla pro Tatra Ternn°1 6x6 5T4 4436	- str. č. 23
Obr. 16:	Výsledný souhrn vývoje ceny vozidla a kumulativních nákladů v závislosti na stáří vozidla pro Tatra Ternno S1 6x6 5T5 5469	- str. č. 24
Obr. 17:	Výsledný souhrn vývoje ceny vozidla a kumulativních nákladů v závislosti na stáří vozidla pro Tatra Jamal 6x6 6T5 5402	- str. č. 25
Obr. 18:	Závislost pravděpodobnosti na horní hranici doby prodeje vozidla	- str. č. 27
Obr. 19:	Závislost pravděpodobnosti na horní hranici doby prodeje vozidla	- str. č. 29
Obr. 20:	MAN TGS	- str. č. 31
Obr. 21:	Konfigurátor vozidel značky MAN	- str. č. 32
Obr. 22:	Iveco Trakker	- str. č. 33
Obr. 23:	Tatra Ternn°1	- str. č. 34
Obr. 24:	Mercedes-Benz Arocs Grounder	- str. č. 35



## Seznam tabulek

Tab. 1:	Tabulka vybraných vozidel	- str. č. 10
Tab. 2:	Vývoj nákladů a ceny vozidla v čase pro Tatra Jamal 3T6 2819	- str. č. 16
Tab. 3:	Vývoj nákladů a ceny vozidla v čase pro Tatra Ternn°1 8x8 3T6 3156	- str. č. 20
Tab. 4:	Vývoj nákladů a ceny vozidla v čase pro Tatra Ternn°1 6x6 5T4 4436	- str. č. 23
Tab. 5:	Vývoj nákladů a ceny vozidla v čase pro Tatra Ternn°1 6x6 5T5 5469	- str. č. 24
Tab. 6:	Vývoj nákladů a ceny vozidla v čase pro Tatra Jamal 6x6 6T5 5402	- str. č. 25
Tab. 7:	Souhrn optimálních dob prodeje vozidel	- str. č. 26
Tab. 8:	Souhrn vozidel skupiny Tatra Jamal 6x4	- str. č. 26
Tab. 9:	Souhrn vozidel skupiny Tatra Ternn°1 8x8	- str. č. 28
Tab. 10:	Tabulka zisku z prodeje vozidel určených k nahrazení	- str. č. 36
Tab. 11:	Tabulka nahrazení vozidel	- str. č. 36

## **Seznam příloh**

Příloha 1 - Obrázky dalších analyzovaných vozidel

Příloha 2 - Rozdělení vozového parku firmy Doprava TŽ, a.s.

Příloha 3 - Tabulky závislosti velikosti hladiny významnosti na optimální době prodeje vozidla

## Příloha 1

### Obrázky dalších analyzovaných vozidel



Obr. 1 Tatra Ternn°1 6x4 5T5 5469



Obr. 2 Tatra Ternn°1 8x4 3T6 3156



Obr. 3 Tatra Ternn°1 6x6 5T4 4436

## **Příloha 2**

### **Rozdělení vozového parku firmy Doprava TŽ, a.s.**

#### **Tovární značky vozidel:**

- Tatra
- MAN
- Liaz – TEDOM
- Mitsubishi Fuso
- Renault
- Avia
- Ford
- Zetor

### Rozdělení dle použití:

- speciální vozidla pro technologické přepravy:
  - těžké sklápěče pro odvalové hospodářství
  - ramenové nosiče kontejnerů - bkrany
  - nosiče stolových palet - stoltejnery
  - nosiče výměnných nástaveb - systém Fornál
  - vozidla pro přepravu teplých ingotů

- sklápěcí vozidla pro přepravy sypkých substrátů:

	<i>ložný objem</i>	<i>nosnost</i>
○ sólo sklápěcí	do 17 m <sup>3</sup>	do 15 t
○ přívěsové soupravy	do 29 m <sup>3</sup>	do 31 t
○ návěsové soupravy	32 m <sup>3</sup>	27 t
○ pevný návěs	19 m <sup>3</sup>	25 t

- valníková vozidla pro přepravy kusových zásilek:

	<i>ložná délka</i>	<i>nosnost</i>
○ valník s a bez plachty	do 7 m	do 7 t
○ valník s hydraulickou rukou	5,8 m	5,8 t
○ nosič výměnných nástaveb BDF	do 7,3 m	15 t
○ valníkový návěs	13,6 m	27 t

- vozidla zajišťující ostatní přepravy:

	<i>nosnost</i>
○ lehké valníky	do 3 t
○ valníky s hydraulickými čely	do 2 t
○ skříňové vozidlo s hydraulickým čelem	1 t
○ skříňová vozidla s chladiřenským agregátem	1 t
○ hákový nosič kontejnerů	5 t
○ dodávka	800 kg
○ traktor se 3 přívěsy a sněžným pluhem	

### Příloha 3

#### Tabulky závislosti velikosti hladiny významnosti na optimální době prodeje vozidla

Tab. 1: Tabulka závislosti velikosti hladiny významnosti na horní hranici doby prodeje vozidel ve skupině I

c [-]	$\alpha$ [-]	Z [-]	T [roky]
0,95	0,05	4,303	4,084
0,9	0,1	2,920	3,675
0,85	0,15	2,282	3,486
0,8	0,2	1,886	3,368
0,75	0,25	1,604	3,285
0,7	0,3	1,386	3,221
0,65	0,35	1,210	3,168
0,6	0,4	1,061	3,124
0,55	0,45	0,931	3,086
0,5	0,5	0,816	3,052
0,45	0,55	0,713	3,021
0,4	0,6	0,617	2,993
0,35	0,65	0,528	2,966
0,3	0,7	0,445	2,942
0,25	0,75	0,365	2,918
0,2	0,8	0,289	2,895
0,15	0,85	0,215	2,874
0,1	0,9	0,142	2,852
0,05	0,95	0,071	2,831
0	1	0,000	2,810

Tab. 2: Tabulka závislosti velikosti hladiny významnosti na horní hranici doby prodeje vozidel ve skupině 2

c [-]	$\alpha$ [-]	Z [-]	T [roky]
0,95	0,05	12,706	3,612
0,9	0,1	6,314	3,229
0,85	0,15	4,165	3,100
0,8	0,2	3,078	3,035
0,75	0,25	2,414	2,995
0,7	0,3	1,963	2,968
0,65	0,35	1,632	2,948
0,6	0,4	1,376	2,933
0,55	0,45	1,171	2,920
0,5	0,5	1,000	2,910
0,45	0,55	0,854	2,901
0,4	0,6	0,727	2,894
0,35	0,65	0,613	2,887
0,3	0,7	0,510	2,881
0,25	0,75	0,414	2,875
0,2	0,8	0,325	2,869
0,15	0,85	0,240	2,864
0,1	0,9	0,158	2,860
0,05	0,95	0,079	2,855
0	1	0,000	2,850